

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

**EP 1 433 949 A2**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
30.06.2004 Patentblatt 2004/27

(51) Int Cl.7: **F02M 37/02**

(21) Anmeldenummer: 03029136.3

(22) Anmeldetag: 18.12.2003

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR  
HU IE IT LI LU MC NL PT RO SE SI SK TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL LT LV MK**

(71) Anmelder: **ADAM OPEL AG**  
65423 Rüsselsheim (DE)

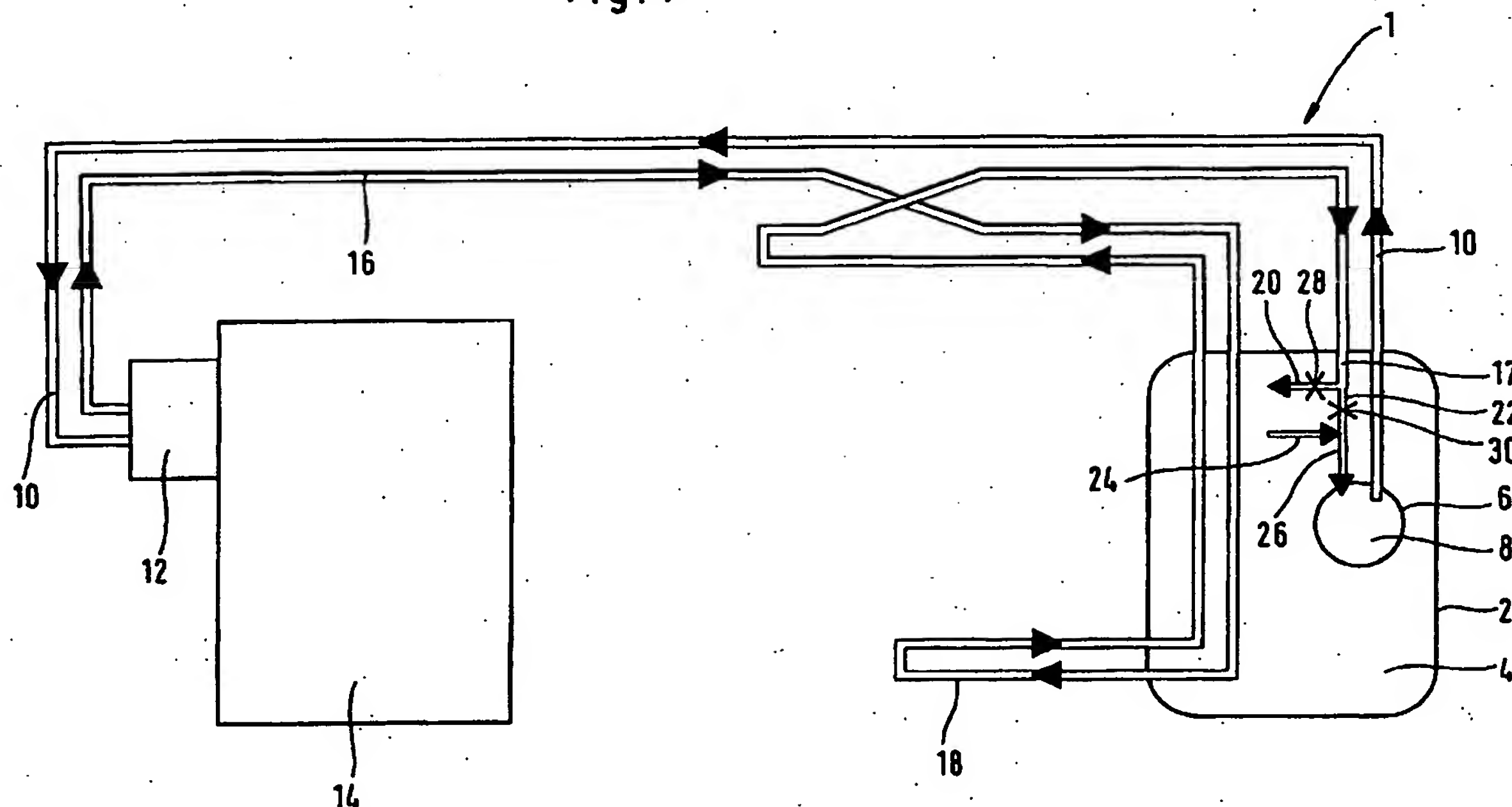
(72) Erfinder:  
• **Gaussmann, Dominic**  
60594 Frankfurt (DE)  
• **Menck, Lothar**  
64560 Riedstadt (DE)

(30) Priorität: 21.12.2002 DE 10260473

**(54) Kraftstoffzufuhrsystem für die Zufuhr von Kraftstoff sowie Saugstrahlpumpe hierfür**

(57) Die vorliegende Erfindung schlägt erstmals ein Kraftstoffversorgungssystem 1 für die Zufuhr von Kraftstoff 4 vom Kraftstofftank 2 zum Kraftfahrzeugmotor 14 vor, bei dem mittels einer Saugstrahlpumpe unter Zuhilfenahme des zurückgeführten, überschüssigen Kraftstoffs frischer Kraftstoff 4 aus dem Kraftstofftank 2 in einen Kraftstoffzwischenpeicher 6 gefördert wird und wobei mittels einer Venturidüse 30 einer Saugstrahlpumpe vorgelagerten Öffnung 28 der zurückgeführte Kraftstoffteilstrom 17 in zwei Teilströme 20 bzw. 22 aufgeteilt

wird, von denen der eine Kraftstoffteilstrom 22 der Venturidüse 30 der Saugstrahlpumpe zugeführt wird, und von denen der andere Kraftstoffteilstrom 20 durch die Öffnung 28 in den Kraftstofftank 2 derart zurückgeleitet wird, dass mittels dessen kinetischer Energie eine Verwirbelung des im Kraftstofftank 2 befindlichen Kraftstoffs 4 zur Durchmischung mit dem rückgeführten Kraftstoff 20 erzwingbar wird. Ferner schlägt die vorliegende Erfindung erstmals eine hierfür geeignete Saugstrahlpumpe vor und gibt ein hierfür geeignetes Verfahren zur Zufuhr von Kraftstoff an.

**Fig. 1****EP 1 433 949 A2**

## Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Kraftstoffzufuhrsystem für die Zufuhr von Kraftstoff vom Kraftstofftank zum Kraftfahrzeugmotor mit einer vom Kraftstofftank bis zu einer Einspritzanlage des Kraftfahrzeugmotors bzw. bis zu diesem selbst reichenden Kraftstoffzufuhrleitung, einer den überschüssigen Kraftstoff in den Kraftstofftank zurückführenden Kraftstoffrückföhrleitung und wenigstens einer Kraftstoffhochdruckpumpe zur Förderung des Kraftstoffs vom Kraftstofftank zum Motor bzw. zur Einspritzanlage, nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1, sowie eine Saugstrahlpumpe hierfür, nach dem Oberbegriff des Anspruchs 8, als auch ein hierfür geeignetes Verfahren nach dem Oberbegriff des Anspruchs 15.

[0002] Mit Entwicklung und anschließender Serienreife der jüngsten Generation von dieselmotorkraftstoffbetriebenen Kraftfahrzeugmotoren, bei denen beispielsweise die sogenannte Common-Rail-Technik zum Einsatz gelangt und die hierfür über entsprechend ausgelegte Kraftstoffhochdruckpumpen verfügen, erreichte die Motorentchnik eine neue Dimension. Dabei wurden zur Einhaltung der jüngsten Abgasnormen die Einspritzdrücke derart erhöht, dass vorstehend erwähnte Hochdruckpumpen notwendig wurden. Durch die dabei verrichtete, höhere hydraulische Arbeit wird jedoch mehr Energie in Form von Wärme erzeugt. Diese überschüssige Verdichtungswärme wird zwangsläufig dem Dieselmotorkraftstoff aufgeprägt. Da jedoch dem Common-Rail mehr Kraftstoff zugeführt werden muß, als letztendlich in den Zylindern verbrannt bzw. vom Motor verbraucht wird, muß der überschießende Kraftstoffanteil zwangsläufig dem Kraftstofftank rückgeführt werden. Damit wird automatisch die dem überschießenden Kraftstoffanteil aufgeprägte Wärme mit dem selben in den Kraftstofftank rückgeführt. Dies führt zu einer kontinuierlichen Erhöhung der Temperatur des Kraftstoffs, sofern keine entsprechend geeigneten Kühlkreisläufe vorgesehen sind. Dabei zeigte sich rasch, dass der Temperaturanstieg im Kraftstoff sehr schnell die Grenzen der Temperaturfestigkeit einiger im Kraftstoffzufuhrsystem als auch im Kraftstofftank verwendeter Kunststoffe überschreiten kann.

[0003] Um diesem Problem Rechnung zu tragen, wurden entsprechende Kühlkreisläufe vorgeschlagen, die zum Teil über Wärmetauscher mit weiteren Kühl- und/oder Heizkreisläufen im Kraftfahrzeug gekoppelt werden sollten, wie dies beispielsweise in der DE 32 31 881 A1 oder in der DE 196 31 981 A1 diskutiert ist.

[0004] Die Anmelderin entwickelte ebenfalls entsprechend geeignete Kühlkreisläufe und brachte diese zum Einsatz, wie beispielsweise ein am Unterboden des Kraftfahrzeugs angeordneter, zusätzlicher Lamellentreibstoffkühler, mittels dem der vom Motor rückgeführte, überschüssige Kraftstoff gezielt abgekühlt werden kann, bevor dieser in den Kraftstofftank zurückgeführt wird. Dabei wird allerdings ein Thermoumschaltventil

benötigt, um den Kühler aus dem Kraftstoffrücklaufstrom herausschalten oder in diesen hineinschalten zu können, je nach Erwärmung des Kraftstoffs und je nach Außentemperatur, da bei zu geringer Erwärmung des Kraftstoffs, beispielsweise im Niederlasstbereich, und bei zu geringen bzw. kalten Außentemperaturen eine Unterkühlung des Kraftstoffs vermieden werden sollte. Schließlich ist es allgemein anerkannt, dass die Kraftstofftemperatur nach Möglichkeit 3 °C nicht unterschreiten sollte.

[0005] Des weiteren kommt beim Dieselfahrzeug-Kraftstoffversorgungssystem der Anmelderin üblicherweise im Kraftstofftank ein Kraftstoffreservoir zum Einsatz. Das Kraftstoffreservoir mit definiertem Volumen stellt dabei sicher, dass auch bei sich entleerendem Kraftstofftank stets ausreichend Kraftstoff für die Zufuhr zur Kraftstoffhochdruckpumpe zur Verfügung steht, damit diese nicht trocken läuft oder gar Luft zieht. Zum Befüllen des Kraftstoffreservoirs, insbesondere bei geringen Füllständen an Kraftstoff im Kraftstofftank, ist in der Kraftstoffrückföhrleitung eine Saugstrahlpumpe zwischengeschaltet, die mittels einer Venturidüse und einer dieser nachgeordneten Saugstrahlpumpenöffnung Kraftstoff aus dem Kraftstofftank ansaugt und in den Zwischenspeicher bzw. das Kraftstoffreservoir hinein fördert.

[0006] Bei diesem Kraftstoffversorgungssystem der Anmelderin wird der Rücklaufkraftstoff, bei gleichzeitiger Zumischung von frischem Kraftstoff aus dem Kraftstofftank, in das Kraftstoffreservoir bzw. in den Zwischenspeicher gefördert. Dabei werden üblicherweise in etwa 30 % an frischem Kraftstoff zugemischt. Die dabei anliegende Fördermenge als auch das konkrete Mischungsverhältnis hängt von der jeweils gewünschten Spezifikation ab. In jedem Fall verbleibt jedoch bei den bestehenden Lösungen der gesamte aufgeheizte Kraftstoff im Kraftstoffversorgungssystem und wird somit permanent der Hochdruckpumpe immer wieder zugeführt. Im Ergebnis ist dies wohl der Hauptgrund, weshalb in den bekannten, vorstehend diskutierten Kraftstoffversorgungssystemen wenigstens ein zusätzlicher Kühler zum Kühlen des zurückgeführten, aufgeheizten Dieselmotorkraftstoffes notwendig ist.

[0007] Bei der vorstehend diskutierten Lösung der Anmelderin hat der am Kraftfahrzeugunterboden angeordnete Lamellenkühler zusammen mit dem Thermoschalter die Aufgabe, die Temperatur des rückgeführten, aufgeheizten Kraftstoffes zu überwachen und gegebenenfalls auf einen vorgegebenen Grenzwert herunter zu kühlen. Dieser Temperaturgrenzwert des Kraftstoffs bestimmt sich unter anderem nach den Materialeigenschaften der Kraftstoffhochdruckpumpe und den Materialeigenschaften der im Kraftstoffversorgungssystem verbauten Teile. Hierbei fällt dem Thermoschalter die Funktion zu, festzustellen, ob der von der Kraftstoffhochdruckpumpe bzw. von der Einspritzanlage rückgeführte Kraftstoff entweder dem Tank oder dem im Tank befindlichen Zwischenreservoir bzw. Kraftstoffreservoir

direkt zugeführt werden kann, oder ob der Rückstrom über den Lamellenkühler erfolgen soll. Der Thermo- schalter ist dabei so ausgelegt, dass unter normalen Be- tribsbedingungen der rückfließende Kraftstoff durch den Kühler bzw. Wärmetauscher gekühlt wird. Um je- doch eine zu starke Abkühlung, insbesondere bei kalten Außentemperaturen, zu vermeiden, schaltet der Ther- moschalter bei bekannten Systemen um, so daß dann der Kühler aus dem Kraftstoffkreislauf herausgenom- men ist. Ein dabei einzuhaltender Grenzparameter ist die vorstehend bereits angesprochene Kraftstofftempe- ratur, die in aller Regel über 3 °C betragen soll.

[0008] Die wesentlichen Nachteile der vorstehend diskutierten, extrem aufwendigen Kraftstoffkühlung sind somit die damit verbundenen hohen Kosten, die Not- wendigkeit eines zusätzlichen Thermo- schalters, die Notwendigkeit eines zusätzlichen Kühlers bzw. Wärme- tauschers, die geringe Kühlwirkung des Lamellenküh- lers bei langsamer Fahrt, die aufgrund der Vielzahl von notwendigen Bauteilen automatisch mit einhergehende Störanfälligkeit dieses Kraftstoffversorgungssystems und eine damit unnötige Erhöhung von Reparaturko- sten im Falle von Defekten, etc.

[0009] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es deshalb, unter Vermeidung der vorstehenden Nachtei- le, ein Kraftstoffversorgungssystem für die Zufuhr von Kraftstoff vom Kraftstofftank zum Kraftfahrzeugmotor vorzuschlagen, das wesentlich einfacher aufgebaut ist. Insbesondere soll auf den zusätzlichen Thermo- schalter und den zusätzlichen Kühler bzw. Wärmetauscher gänzlich verzichtet werden können.

[0010] Weiterhin ist es Aufgabe der vorliegenden Er- findung, eine hierfür geeignete Saugstrahlpumpe anzu- geben sowie ein geeignetes Verfahren vorzuschlagen.

[0011] Diese Aufgabe wird gelöst durch die Merkmale des Anspruchs 1 als auch durch die Merkmale des An- spruchs 8 sowie durch die Merkmale des Anspruchs 15.

[0012] Dabei wird ein Kraftstoffversorgungssystem für die Zufuhr von Kraftstoff vom Kraftstofftank zum Kraftfahrzeugmotor mit einer vom Kraftstofftank bis zum Kraftfahrzeugmotor oder zu einer Einspritzanlage des Kraftfahrzeugmotors reichenden Kraftstoffzufuhrlei- tung, einer den überschüssigen Kraftstoff in den Kraft- stofftank zurückführenden Kraftstoffrückführleitung und wenigstens einer Kraftstoffdruckpumpe zur Förderung des Kraftstoffs vom Kraftstofftank zum Kraftfahrzeug- motor bereitgestellt, bei dem im Kraftstofftank zwischen der Kraftstoffrückführleitung und der Kraftstoffzufuhrlei- tung ein Kraftstoffzwischenspeicher zum Vorhalten ei- ner ausreichenden Kraftstoffmenge für die Kraftstoff- druckpumpe, und eine Saugstrahlpumpe zur Versor- gung des Kraftstoffzwischenspeichers mit Kraftstoff aus der Kraftstoffrückführleitung und dem Tank angeordnet ist, wobei erstmals die Kraftstoffzufuhrleitung wenig- stens eine in den Tank mündende und Kraftstoff abzwi- gende und vor der Saugstrahlpumpe bzw. deren Düsen- anordnung angeordnete Öffnung derart aufweist, dass nur ein Teil des rückgeführten Kraftstoffs die Saugstrahl-

pumpe zur Versorgung des Kraftstoffzwischenspei- chers durchfließt.

[0013] Hierdurch wird höchst vorteilhaft erreicht, dass der relative Anteil an von der Saugstrahlpumpe geför- derte Kraftstoff aus dem Tank gegenüber dem die Saug- strahlpumpe durchlaufenden rückgeführten und an den Zwischenspeicher weitergegebenen Kraftstoff deut- lich erhöht wird. Dabei nutzt das erfindungsgemäße Kraftstoffversorgungssystem die Fähigkeit des Tankin- halts und/oder des Tanks die Wärme des rückgeführten Kraftstoffs aufzunehmen und im Sinne eines Wärmetau- schers an die Umgebung abzugeben. Im Ergebnis be- deutet dies aber, dass das von der Saugstrahlpumpe geförderte Gemisch aus rückgeführtem und frisch aus dem Tank angesaugten Kraftstoffs thermisch deutlich weniger stark belastet ist als ohne die erfindungsgemä- ße Abzweigung eines Teils des rückgeführten Kraft- stoffs vor dem durchlaufen durch die Saugstrahlpumpe.

[0014] Damit wird in vorteilhafter Weise die von der Hochdruckkraftstoffpumpe dem Kraftstoff aufgeprägte Wärme dem Kraftstoff wieder entzogen, ohne dass der Kraftstoff hierfür irgendwelche zusätzlichen oder sepa- raten Kühler oder Wärmetauscher durchlaufen müsste und ohne dass man hierfür zusätzliche Thermo- schalter, Ventile oder dergleichen vorsehen und in den Kraftstoff- versorgungskreislauf einbauen müsste. Damit kann auf derlei zusätzliche Bauteile, die zwangsläufig mit Ausfall- risiken behaftet sind, gänzlich verzichtet werden. Dies hilft nicht nur die Kosten zu senken, sondern es hilft auch, die Vielfalt der zu verbauenden Teile zu reduzie- ren, das Ausfallrisiko zu minimieren und ansonsten üb- licherweise anfallende Reparaturkosten gegen Null zu drücken. Zudem vereinfacht sich hierdurch der Gesamt- aufbau des Systems erheblich, was sich in einer verein- fachten und schnelleren Montage ausdrückt.

[0015] Somit ist in vorteilhafter Weise das Ziel er- reicht, das bestehende Kühlsystem wesentlich zu ver- einfachen. Denn es wird auf zusätzliche Kühlbauteile verzichtet und vollständig auf die Kühlfähigkeit des Kraftstofftanks zurückgegriffen, die - wie in entspre- chenden Tests überraschend festgestellt wurde - völlig ausreichend ist, wenn das Kühlpotenzial des im Kraft- stofftank befindlichen, kühlen Kraftstoff und dem Tank selbst genutzt wird, um den rückgeführten, aufgeheiz- ten Kraftstoff effektiv abzukühlen. Dies wird in vorteil- hafter Weise erstmalig mit der vorliegenden Erfindung erreicht.

[0016] Vorteilhafte Weiterbildungen und Aspekte der Erfindung ergeben sich aus den Merkmalen der Unter- ansprüche.

Hierbei ist nach einer möglichen Ausführungsform fer- ner vorgesehen, dass die Öffnung mit Bezug auf die Saugstrahlpumpe, welche eine Düsenanordnung aus einer Venturidüse und einer Fangdüse umfasst, wobei zwischen den beiden Düsen eine Saugstrahlöffnung eingebracht wurde, so angeordnet ist, dass die Öffnung der Venturidüse gegenüber liegt. Mit Hilfe der Öffnung wird der vom Motor bzw. von der Einspritzanlage rück-



föhrbare Kraftstoffteilstrom in zwei Teilströme aufgeteilt, von denen der eine der Venturidüse der Saugstrahlpumpe zuföhrbar ist, und von denen der andere Kraftstoffteilstrom in den Kraftstofftank derart zuröckleitbar ist, dass mittels dessen kinetischer Energie eine Verwirbelung des im Kraftstofftank befindlichen Kraftstoffs zur Durchmischung mit dem röckgeföhrten Kraftstoff erzwingbar ist.

**[0017]** Auf diese Weise ist es möglich, den röckgeföhrten, aufgeheizten Kraftstoff noch gezielter durch den im Kraftstofftank befindlichen frischen Kraftstoff ausreichend herunter zu kühlen, da in Folge der aufgezungenen Verwirbelung eine bessere Vermischung von röckgeföhrtem, aufgeheiztem Kraftstoff und kühltem, frischen Kraftstoff erzielt wird. Zudem wird durch den Abbau von kinetischer Energie des die Kraftstoffverwirbelung erzwingenden, aufgeheizten Kraftstoffs zugleich Energie und damit schlussendlich Wärme verbraucht. Dies föhrt zu einem synergetischen additiven Abkühleffekt. Die Saugstrahlpumpe kann deshalb stets frischen, geköhlten Kraftstoff aus dem Kraftstofftank ansaugen, um diesen zusammen mit einem Teilstrom des röckgeföhrten, aufgeheizten Kraftstoffs zu vermischen und dabei ebenfalls wiederum in ausreichend abgeköhlter Weise dem Kraftstoffreservoir oder dem Kraftstoffzwischenpeicher zuzuföhren. Höchste vorteilhaft resultiert daraus eine verbesserte Ausnutzung des Köhlpotentials von Kraftstofftank und Kraftstoff, wobei es nicht nur möglich ist, die von der Hochdruckpumpe aufgeprägte Wärme dem System wieder zu entziehen, sondern es kann darüber hinaus sichergestellt werden, dass überproportionale, regionale Aufheizungen, beispielsweise in der Kraftstoff-Fördereinheit, also der Kraftstoffhochdruckpumpe, oder in einzelnen Abschnitten des Systems, gänzlich vermieden sind.

**[0018]** Durch die Erfindung ist es nicht nur möglich nur die Anzahl der notwendigen Bauteile drastisch verringert werden, sondern damit einhergehend können auch die für die Montage des Kraftfahrzeugs benötigte Zeit deutlich reduziert, Fehlerquellen bei der Montage beseitigt und damit die Gesamtkosten wesentlich gesenkt werden. Darüber hinaus entfällt das Beschädigungsrisiko eines im Stand der Technik am Kraftfahrzeugunterboden angeordneten Lamellenköhlers oder dergleichen.

**[0019]** So ist in einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Kraftstoffversorgungssystems vorgesehen, dass der Kraftstoff ein Dieselkraftstoff ist. Das vorstehend diskutierte erfindungsgemäße Kraftstoffversorgungssystem eignet sich besonders gut, die bei Dieselkraftstoffen auftretenden Aufheizungsprobleme hervorragend und zugleich kostengünstig zu beherrschen. Nichtsdestotrotz ist dieses nicht ausschließlich auf Dieselkraftstoffe beschränkt, sondern kann auch bei allen anderen Kraftstoffsystemen Anwendung finden, bei denen eine Aufheizung des Kraftstoffs beispielsweise aufgrund der Verwendung von Hochdruckpumpen feststellbar ist.

**[0020]** Des weiteren ist vorgesehen, dass die Einspritzanlage eine Common-Rail-Einspritzanlage ist. Auf diese Weise können die Vorteile der vorliegenden Erfindung auf die modernste Variante von Dieselmotoren übertragen werden.

**[0021]** In einer besonders bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Kraftstoffversorgungssystems ist vorgesehen, dass die Öffnung zu Zweiteilung des röckgeföhrten, aufgeheizten Kraftstoffstromes gegenüber der Venturidüse in der Rückwand bzw. im Gehäuse der Saugstrahlpumpe angeordnet ist. Dies bietet den Vorteil einer besonders kompakten Bauform der erfindungsgemäßen Saugstrahlpumpe. Ferner ist sichergestellt, dass die im Kraftstoffsumpf an einem möglichst tiefen Punkt des Kraftstofftanks angeordnete Saugstrahlpumpe, die damit vor einem Trockenlaufen relativ sicher ist, zugleich über die Öffnung zur Aufteilung des Volumenstroms verfügt, so dass der abgezweigte Volumenstrom wiederum im Bereich eines möglichst tief gelegenen Punktes in den Kraftstofftank zurück geföhrte werden kann. Auch ist von dort ausgehend eine gute Verwirbelung und Vermischung des gesamten Kraftstofftankinhalts erzielbar.

**[0022]** Gemäße einer weiter bevorzugten Ausführungsform wird vorgeschlagen, dass der Querschnitt der Öffnung variabel oder bei konstantem Öffnungsquerschnitt der Öffnung ein Ventil derselben nachgeordnet ist, zur Variation des Volumens des im Kraftstofftank röckgeföhrten Teilkraftstoffstromes. Auf diese Weise kann direkt Einfluss auf die Kraftstofftemperatur genommen werden, in dem mehr oder weniger aufgeheizter überschüssiger Kraftstoff entweder direkt in den Kraftstofftank zur Abkühlung oder über die Saugstrahlpumpe dem Kraftstoffreservoir zugeföhrte wird, so dass die vom gesamten Motormanagement bzw. System geforderte Kraftstofftemperatur problemlos eingehalten bzw. eingeregelt werden kann. Dabei kann das Verhältnis der Durchmischung als auch der Volumenströme mittels der variablen Öffnung oder des derselben nachgeordneten Ventils regelbar gestaltet werden.

**[0023]** Dementsprechend ist in einer weiter bevorzugten Ausführungsform vorgesehen, dass der variablen Öffnung oder dem Ventil eine Regeleinheit zugeordnet ist, mittels der eine Regelung des Volumenstromes aktiv erfolgen kann. Auf diese Weise kann die variable Öffnung bzw. das Ventil direkt in den Regelkreis des Motormanagements integriert und von diesem je nach Bedarf angesprochen werden, so dass über die zugeordnete Regeleinheit der dem jeweiligen Betriebszustand entsprechend gewünschte Öffnungsquerschnitt bzw. Ventilstellung eingestellt werden kann.

**[0024]** In einer weiter bevorzugten Ausführungsform ist vorgeschlagen, dass die Kraftstoffrückföhrleitung von der vor der Saugstrahlpumpe angeordneten Öffnung hinaus in den Kraftstofftank hinein verlängert ist. Damit kann der in den Kraftstofftank röckgeföhrte Volumenstrom des aufgeheizten Kraftstoffs an der bestgeeigneten Stelle in den Kraftstofftank geföhrte werden, so

dass die gewünschte optimale Durchmischung und Verwirbelung des aufgeheizten rückgeführten Kraftstoffs und des kühlen im Kraftstofftank befindlichen Kraftstoffs unter Rücksichtnahme auf die speziellen geometrischen Gegebenheiten einer jeglichen Tankvariante ausgewählt werden kann.

[0025] Gemäß einer weiter bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Kraftstoffversorgungssystems ist vorgeschlagen, dass die Saugstrahlpumpe druckgeregelt ist. Auf diese Weise kann wiederum sehr schnell auf die jeweils anliegenden Randbedingungen des jeweiligen Betriebszustands Rücksicht genommen werden und die von der Saugstrahlpumpe dem Kraftstoffreservoir zugeführte Kraftstoffmenge dem entsprechenden Bedarf angepasst bzw. darauf eingestellt werden. Zudem wird damit verhindert, daß derjenige Teilstrom an rückgeführtem Kraftstoff, der durch die Venturidüse strömen soll, deren Durchsatz übersteigt und zu einem Defekt der Saugstrahlpumpe oder zu Fehlfunktionen führen könnte.

[0026] Wie bereits vorstehend diskutiert, wird die vorliegende Aufgabe auch durch die Merkmale des Anspruchs 8 gelöst.

[0027] Dabei wird eine Saugstrahlpumpe, insbesondere für ein vorstehend diskutiertes Kraftstoffversorgungssystem vorgeschlagen, mit einer einem Saugstrahlpumpeneingang nachgeordneten Venturidüse, einer in Durchströmungsrichtung der Venturidüse nachgeordneten Saugstrahlpumpenöffnung, einer weiterhin nachgeordneten Fangdüse, die in einem Saugstrahlpumpenausgang mündet, wobei der Saugstrahlpumpeneingang einen Anschluss für einen Kraftstoffrücklaufabschnitt und der Saugstrahlpumpenausgang entweder in das Kraftstoffreservoir mündet oder einen Anschluss für einen Kraftstoffüberführungsleitungsabschnitt aufweist. Hierbei wird erstmals angegeben, dass die Saugstrahlpumpe eine vor der Venturidüse angeordnete Öffnung aufweist, mittels welcher ein durch den Kraftstoffzuführleitungsanschluss zuführbarer Kraftstoffstrom in zwei Teilströme aufteilbar ist, von denen der eine Teilstrom der Venturidüse zuführbar und von denen der andere Teilstrom dem Kraftstofftank zuführbar ist, so daß mittels dessen kinetischer Energie eine Verwirbelung des im Kraftstofftank befindlichen Kraftstoffs zur Durchmischung mit dem rückgeführten Kraftstoff erzwingbar ist.

[0028] Auf diese Weise sind mit der erfindungsgemäßen Saugstrahlpumpe die vorstehend zum erfindungsgemäßen Kraftstoffversorgungssystem diskutierten Vorteile in synergetischer Weise erzielt.

[0029] Vorteilhafte Weiterbildungen und Aspekte der erfindungsgemäßen Saugstrahlpumpe ergeben sich aus den Merkmalen der Unteransprüche.

[0030] So ist in einer bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Saugstrahlpumpe vorgesehen, dass die Öffnung zur Volumenstromaufteilung gegenüber der Venturidüse in der Rückwand der Saugstrahlpumpe angeordnet ist. Des weiteren ist vorgese-

hen, dass der Querschnitt der Öffnung variabel oder bei konstantem Öffnungsquerschnitt der Öffnung ein Ventil nachgeordnet ist, so dass eine Variation des Volumens des in den Kraftstofftank rückgeführten Teilkraftstromes möglich wird. Des weiteren ist vorgesehen, dass der variablen Öffnung oder dem Ventil eine Regeleinheit zugeordnet ist, zur Regelung des Volumenstroms. Nicht zuletzt ist vorgesehen, dass die Kraftstoffrückführleitung von der vor der Saugstrahlpumpe angeordneten Öffnung hinaus in den Kraftstofftank hinein verlängert ist. Schließlich ist vorgesehen, dass die Saugstrahlpumpe druckgeregelt ist. Auch damit werden die vorstehend bereits zum erfindungsgemäßen Kraftstoffversorgungssystem diskutierten Vorteile in synergetischer Weise erzielt.

[0031] Wie bereits vorstehend angesprochen, wird die vorliegende Aufgabe in verfahrenstechnischer Hinsicht durch die Merkmale des Anspruchs 15 gelöst. Die damit erzielbaren Vorteile entsprechen in analoger Weise den vorstehend bereits diskutierten Vorteilen.

[0032] Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Kraftstoffversorgungssystems mit der erfindungsgemäßen Saugstrahlpumpe wird vorgeschlagen, dass zur Ausbildung der Öffnung für die Volumenstromaufteilung in die Rückwand der Saugstrahlpumpe ein kleines Loch gebohrt wird. Das die Öffnung bildende Loch in der Rückwand befindet sich dabei auf der Höhe und zentral zur rückwärtigen Verlängerung der Symmetrieachse der Saugstrahlpumpe bzw. der Venturidüse. Die Öffnung bzw. das Loch hat vorzugsweise einen Durchmesser von 1,5 mm. Dies entspricht in der vorliegenden Ausführungsform dem Durchmesser der Venturidüse und führt somit zu einer Aufteilung des Rücklaufstroms in zwei Teilströme zu je ca. 50 %. Der Grad der Aufteilung hängt dabei von den verschiedensten Anforderungen oder Faktoren ab. Bestimmende Faktoren sind beispielsweise der Verbrauch des Kraftfahrzeugmotors, die zu fördernde Gesamttreibstoffmenge, der minimale und maximale Durchsatz der Hochdruckpumpe sowie die Kühl- oder Temperaturanforderung etc.

[0033] Die vorstehend beschriebene Aufteilung des rückgeführten, aufgeheizten Kraftstoffvolumenstroms in zwei Teilströme führt dazu, dass die eine Hälfte des Rücklaufstroms in der Saugstrahlpumpe verbleibt und zum Ansaugen von frischem, kühlen Kraftstoff aus dem Kraftstofftank genutzt werden kann, so dass dieser frische Kraftstoff zusammen mit dem anteiligen aufgeheizten rückgeführten Kraftstoff dem Kraftstoffreservoir zugeführt werden kann. Der andere Teil des rückgeführten Kraftstoffs wird direkt an den Tank abgegeben. Auf diese Weise erhöht sich der Anteil an frischerem und kühlerem Kraftstoff an der in das Kraftstoffreservoir zu fördernden Kraftstoffmenge, so dass auch dort die gewünschten Temperaturgrenzen problemlos einhaltbar sind.

[0034] Das Verhältnis der Durchmischung kann dabei nicht nur statisch mittels einer Bohrung, sondern auch

flexibel durch ein geregeltes oder regelbares Ventil eingestellt werden. Dabei können z. B. gezielt für verschiedene Lastzustände des Kraftfahrzeugmotors bzw. der Kraftfahrzeughochdruckpumpe verschiedene Durchmischungsverhältnisse eingestellt werden, wodurch ein definiertes Temperaturband, wenn nicht sogar ein konstantes Temperaturniveau, eingeregelt werden kann, was in der Folge die Temperaturbelastung der Hochdruckpumpe deutlich reduziert bzw. bei entsprechender Temperaturregelung in den für die Hochdruckpumpe optimalen Temperaturbereich hinein optimiert, und wodurch im Endergebnis ein geringerer Verschleiß und damit niedrigere Kraftstoffverbräuche erzielbar werden.

[0035] Des Weiteren ergibt sich in vorteilhafter Weise die Möglichkeit, dass durch das Anbringen eines variablen Ventils an der neu geschaffenen Öffnung ein Druckausgleich für den Fall erfolgen kann, bei dem die Menge an vom Motor bzw. von der Einspritzanlage rückgeführten, aufgeheizten Kraftstoff die für die Venturidüse maximal zulässige Durchsatzmenge übersteigt. Die Treib- oder Venturidüse könnte dann fest in die Rücklaufsaugstrahlpumpe integriert werden und müsste dann nicht mehr zur Druckbegrenzung mittels einer Druckbegrenzungsfeder in der Saugstrahlpumpe in einem Hebesitz axialverschieblich gehalten werden. Damit könnte auch die Saugstrahlpumpe weiter vereinfacht und noch kostengünstiger hergestellt werden.

[0036] Ein weiterer vorteilhafter Aspekt der Erfindung liegt darin, dass durch die oben beschriebene optimierte Position des Loches eine besonders intensive Durchmischung des aus der Öffnung austretenden Kraftstoffs mit dem restlichen Kraftstofftankinhalts erfolgen kann. Dies hängt unter anderem damit zusammen, dass die so positionierte Öffnung stets unter dem normalen Kraftstoffniveau im Tank liegt. Ferner wird der durch die Öffnung abgezweigte Teilstrom vor allem durch die fluchtende Lage der Öffnung relativ zur Venturidüsenöffnung mit einem relativ hohen Druck beaufschlagt, welcher sich als Reaktion aus der beschleunigten Durchflussgeschwindigkeit des Kraftstoffs durch die Venturidüsenöffnung ergibt. Hierdurch fließt der abgezweigte Teilstrom mit einer vergleichsweise hohen Geschwindigkeit in den im Kraftstofftank noch befindlichen frischen Kraftstoff. Dies bewirkt eine extreme Verwirbelung des erwärmten rückgeführten Kraftstoffs im Kraftstofftank und intensiviert dadurch die Durchmischung, wobei so überproportionale lokale Aufheizungen vermieden werden. Auf diese Weise lässt sich das Kühlpotential des Kraftstofftanks und dessen Inhalts wesentlich besser ausnutzen, als dies bisher der Fall war. Der Tank und der Tankinhalt werden quasi selbst zum Wärmetauscher. Dabei haben der Kraftstofftank und dessen Inhalt jedoch nicht nur Wärmetauscherfunktion, sondern auch bei Bedarf eine Wärmespeicherfunktion, welche einen Wärmepuffer für solche Situationen schafft, in denen mehr Wärme in den Tank eingebracht wird, als augenblicklich abgeführt werden kann. Die überschüssige Wärmemenge kann dann später kontinuierlich abgegeben werden, wenn

zeitweilig wesentlich geringere Wärmemengen zugeführt werden, oder gar der Kraftstoff aufgrund besonders niedriger Aussentemperaturen angeheizt werden muß. Dadurch bietet das erfindungsgemäße Kraftstoffversorgungssystem gegenüber bekannten Kraftstoffversorgungssystemen mit zusätzlichen Kühlern und Wärmetauschern auch den großen Vorteil, dass die notwendige Kühlleistung nicht auf die Extrembelastung, wie beispielsweise eine Bergfahrt mit Anhänger unter Vollast, ausgelegt werden muss. Vielmehr genügt es bereits wesentlich geringere, dementsprechend leichter einhaltbare Grenzen vorzusehen. Demzufolge bedarf es beim erfindungsgemäßen Kraftstoffversorgungssystem auch keines Abschaltens eines zusätzlichen Kühlsystems mittels eines Thermoalters. Damit können, wie bereits vorstehend erwähnt, in vorteilhafter Weise zusätzliche Bauteile, wie z. B. Kühler, Wärmetauscher, Thermoalters oder dergleichen entfallen.

[0037] Damit führt die vorliegende Erfindung unter anderem im Ergebnis zum ersatzlosen Wegfall von vergleichsweise äußerst teuren Bauteilen und zu einer erheblichen Vereinfachung des Kraftstoffversorgungssystems, was bei Großserien nicht zu unterschätzende Einsparungen im mehrstelligen Bereich bringt.

[0038] Die vorstehend diskutierten Vorteile der vorliegenden Erfindung sind also unter anderem a) eine möglichst einfache Einhaltung aller Temperaturgrenzen des Kraftstoffsystems und des Motors, b) eine Kostenreduzierung durch den Entfall eines Kühlers, insbesondere eines Lamellenkühlers, sowie des zugehörigen Thermoalters, c) eine Sicherstellung der Qualität auf Lebensdauer durch Entfall zusätzlicher Bauteile mittels geringfügiger Änderungen eines Serienteils, nämlich der Saugstrahlpumpe, und d) eine Einhaltung strenger Craschanforderungen, wie beispielsweise den neuen sogenannten "Pfahltest", da auf eine risikoreiche Positionierung eines Dieselskühlers am Unterboden gänzlich verzichtet werden kann.

[0039] Die vorstehend diskutierte Erfindung wird nachfolgend in Ausführungsbeispielen anhand der Figuren der Zeichnung näher erläutert. Es zeigt:

- Fig. 1 in einer schematisch vereinfachten Skizze ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Kraftstoffversorgungssystems;
- Fig. 2 ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Saugstrahlpumpenbauteils, schematisch vereinfacht im Schnitt gezeigt;
- Fig. 3 eine Detailansicht A des rückwärtigen Endbereichs der in Fig. 2 gezeigten erfindungsgemäßen Saugstrahlpumpe;
- Fig. 4 eine dreidimensionale Ansicht eines Kraftstoffreservoirs von außen mit einer in die Kraftstoffreservoirwand integrierten erfindungsgemäßen Saugstrahlpumpe, wie sie beispiels-



weise in Fig. 2 und 3 veranschaulicht ist;

- Fig. 5 ein Kraftstoffversorgungssystem nach dem Stand der Technik, in schematisch vereinfachter Darstellung; und
- Fig. 6 ein weiteres Kraftstoffversorgungssystem mit zusätzlichem Kühler nach dem Stand der Technik, in schematisch vereinfachter Darstellung.

[0040] In Fig. 1 ist in schematisch vereinfachter Darstellung eine beispielhafte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Kraftstoffversorgungssystems 1 dargestellt. In einem Kraftstofftank 2 ist Kraftstoff 4 bevorratet. Ferner ist im Kraftstofftank 2 ein Kraftstoffzwischenpeicher 6 angeordnet, in dem eine bestimmte Teilmenge an Kraftstoff 8 bereit gehalten ist.

[0041] Vom Kraftstofftank 2 bzw. vom Kraftstoffzwischenpeicher 6 führt eine Kraftstoffzufuhrleitung 10 zu einer Kraftstoffhochdruckpumpe 12, die den Kraftstoff 4 bzw. 8 aus dem Kraftstofftank 2 bzw. dem Kraftstoffzwischenpeicher 6 unter entsprechendem Druck einer hier nicht näher dargestellten Einspritzanlage bzw. einer Common-Rail-Einspritzanlage eines Motors 14 zuführt. Vom Motor 14 nicht verbrauchter, überschüssiger Kraftstoff wird mittels einer Kraftstoffrückführleitung 16 in den Kraftstofftank 2 bzw. in das Kraftstoffzwischenpeicher 6 zurückgeführt. Dabei versinnbildlicht die schematisch in einer Art Schleife verschlungen geführte Kraftstoffrückführleitung 16 die aufgrund der hohen Komplexität eines Kraftfahrzeugs aufwendige Leitungsführung, die zugleich eine Art ergänzende "Kühlschleife" 18 bildet, welche zusätzlich über die Erfindung hinaus eine konstruktiv einfache Variante für eine weitere Kühlleistung bietet, ohne irgendwelche zusätzlichen, störanfälligen Bauteile verwenden zu müssen.

[0042] Der mit der Kraftstoffrückführleitung 16 zum Kraftstofftank 2 zurückgeführte Kraftstoff wird im Bereich einer hier nicht näher dargestellten Saugstrahlpumpe in zwei Kraftstoffteilströme 20 und 22 aufgeteilt. Der eine Kraftstoffteilstrom 20 des rückgeführten, aufgewärmten Kraftstoffs wird direkt in den Kraftstofftank 2 entlassen, so dass er sich dort mit dem darin befindlichen kühleren Kraftstoff 4 vermischen und abkühlen kann. Der andere, zweite Teilstrom 22 wird über die nicht näher dargestellte Saugstrahlpumpe unter Ansaugung von frischem Kraftstoff 4, hier schematisch vereinfacht durch den zugeführten Teilstrom 24 versinnbildlicht, als gemischter Kraftstoffstrom 26 dem Kraftstoff Zwischenpeicher 6 zugeführt.

[0043] Die Aufzweigung des mittels der Kraftstoffrückführleitung 16 rückgeführten Kraftstoffstromes in zwei Teilströme 20 und 22 wird mittels einer in Fig. 1 symbolisch mit einem X dargestellten variablen Öffnung oder eines Ventils 28 reguliert. Das Ansaugen von frischem Kraftstoff über den zugeführten Teilstrom 24 geschieht mit Hilfe einer hier in Fig. 1 mit einem weiteren

X symbolisch dargestellten Venturidüse 30.

[0044] Die in Fig. 1 angedeutete, jedoch nicht näher dargestellte erfindungsgemäße Saugstrahlpumpe ist in den Fig. 2 und 3 näher dargestellt. Gleiche Teile oder ähnlich wirkende Bauteile werden zur Vereinfachung des Verständnisses mit dem selben Bezugszeichen versehen.

[0045] In Fig. 2 ist beispielhaft ein Längsschnitt einer Ausführungsform eines Bauteiles dargestellt, welches die erfindungsgemäße Saugstrahlpumpe 40 beinhaltet. Die Saugstrahlpumpe 40 weist eine Venturidüse 30 auf, die in Durchström- bzw. Förderrichtung X einem Saugstrahlpumpeneingang 42 nachgeordnet ist. Zwischen dem Saugstrahlpumpeneingang 42 und der nachgeordneten Venturidüse 30 befindet sich bei der hier dargestellten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Saugstrahlpumpe 40 ergänzend ein Kraftstoffsieb 44.

[0046] Die Venturidüse 30 ist in Fig. 2 beispielhaft vermittels einer Feder 46 vorgespannt, so dass diese druckgeregelt ist und den maximal erlaubten Venturidüsendurchsatz möglicherweise kurzzeitig überschreitende Volumenströme abfedern kann. Der Venturidüse 30 ist in Durchströmungsrichtung X eine Saugstrahlpumpenansaugöffnung 48 nachgeordnet, die bei der hier dargestellten Variante im Bereich der Spiralfeder 46 zu liegen kommt, durch welche frischer Kraftstoff 4 aus dem hier nicht näher dargestellten Kraftstofftank angesaugt werden kann. Des weiteren ist in Durchströmungsrichtung X der Venturidüse 30 und der Saugstrahlpumpenansaugöffnung 48 eine sogenannte Fangdüse 50 nachgeordnet. Die Fangdüse 50 bündelt die beiden ihr zugeführten Teilströme und mündet im Prinzip in einer Art Saugstrahlpumpenausgang 52.

[0047] Der Saugstrahlpumpeneingang 42 weist einen im wesentlichen rechtwinkligen zur Durchströmungsrichtung X orientierten Anschlussflansch 54 für eine Kraftstoffrücklaufleitung oder einen Kraftstoffrücklaufabschnitt einer solchen Leitung auf. Der Saugstrahlpumpenausgang 52 kann direkt in ein hier nicht näher dargestelltes Kraftstoffzwischenpeicher münden, oder einen Anschlussflansch 58 für einen nicht näher dargestellten Kraftstoffüberführungsleitungsabschnitt aufweisen. Es ist genauso denkbar, den Saugstrahlpumpenausgang 52 mit dem Anschluss 58 bzw. diesen umgebender Bauteile direkt mit dem nicht näher dargestellten Kraftstoffzwischenpeicher fest zu verbinden bzw. in dessen Wandung zu integrieren.

[0048] Das die erfindungsgemäße Saugstrahlpumpe beinhaltende Bauteil 40 weist ferner eine vor der Venturidüse 30 angeordnete Öffnung 60 auf, die beispielsweise in der Rückwand 62 der Saugstrahlpumpe 40 angeordnet sein kann. Mittels der Öffnung 60 wird ein durch den Kraftstoffzufuhrleitungsanschluss 54 zuführbarer, vom Motor rückgeführter Kraftstoffstrom 17 in zwei Teilströme 20 und 22 aufgeteilt. Der eine Teilstrom 22 wird im Knie bzw. Knick umgelenkt und in Durchströmrichtung X der Venturidüse 30 zugeführt. Der andere Teilstrom 20 wird ebenfalls im Knie bzw. Knick um-

gelenkt und entgegengesetzt der Durchströmrichtung X der Öffnung 60 zugeführt, durch die er hindurchströmt und in den nicht näher dargestellten Kraftstofftank überführt wird.

**[0049]** Das aus dem der Venturidüse 30 zugeführten Teilstrom 22 aus aufgewärmtem, rückgeführten Kraftstoff und aus dem über die Saugstrahlpumpenansaugöffnung 48 zugeführten frischen, kühlen Kraftstoff 4 gebildete Kraftstoffgemisch 64 wird durch den Saugstrahlpumpenausgang 52, der in das nicht näher dargestellte Kraftstoffzwischenpeicher mündet, in selbiges hinein geführt.

**[0050]** Der in Fig. 2 mittels eines strichpunktierten Kreises und dem Bezugssymbol "A" angedeutete Ausschnitt ist in Fig. 3 in vergrößerter Darstellung schematisch gezeigt. Hieraus wird die im Knick bzw. Knie 66 der Saugstrahlpumpe 40 erfolgende Aufteilung des rückgeführten Kraftstoffteilstromes 17 in die beiden Teilstrome 20 und 22 besser erkennbar. Der Kraftstoffteilstrom 20 strömt durch die Öffnung 60, die in der Rückwand 62 der Saugstrahlpumpe 40 angeordnet ist, in den auch hier nicht näher dargestellten Kraftstofftank 2 zurück. Dabei kann gegebenenfalls eine Leitungsverlängerung vorgesehen werden, mittels welcher der Teilstrom 20 an einen besonders geeigneten Punkt im Kraftstofftank 2 geführt werden kann.

**[0051]** Der andere Teilstrom 22 durchströmt vom Knick 66 aus gesehen zunächst die Saugstrahlpumpenöffnung 42 und das nachgeordnete Sieb 44, um dann in Durchströmrichtung X der hier nicht mehr näher dargestellten Venturidüse 30 zugeführt zu werden. Die Öffnung 60 ist in der hier dargestellten Variante als Bohrung ausgeführt. Diese Bohrung kann dabei z. B. einen Durchmesser von 1,5 mm aufweisen.

**[0052]** Die Öffnung 60 kann aber auch als variable Öffnung mit einstellbarem Querschnitt ausgeführt sein oder ein hier nicht näher dargestelltes, nachgeordnetes Ventil aufweisen.

**[0053]** In Fig. 4 ist in schematischer Weise das in Fig. 2 und 3 dargestellte Saugstrahlpumpenbauteil 40 in einer weiteren Variante dargestellt. Das Saugstrahlpumpenbauteil 40 ist in eine Wandung 70 des Kraftstoffzwischenpeichers 6 integriert. Der Kraftstoffzwischenpeicher 6 befindet sich seinerseits innerhalb eines hier von seinen äußeren Abmessungen her nicht näher dargestellten Kraftstofftanks 2, so dass das Saugstrahlpumpenbauteil 40 in dessen Bodenbereich bzw. unteren Bereich an einem möglichst tiefen Punkt zu liegen kommt. Dementsprechend mündet die Öffnung 60 der Saugstrahlpumpe 40, die an deren rückwärtiger Wandung 62 angeordnet ist, in den Kraftstofftank 2. In analoger Weise mündet der hier nicht erkennbare Saugstrahlpumpenausgang direkt im Kraftstoffzwischenpeicher 6. Der über die Kraftstoffrückleitung 16 zugeführte Kraftstoffrücklaufstrom 17 mündet von oben über den Anschlussflansch 54 in die Saugstrahlpumpe 40.

**[0054]** Die in der vorstehenden Beschreibung diskutierten Kraftstoffversorgungssysteme nach dem Stand

der Technik sind in Fig. 5 und 6 schematisch vereinfacht dargestellten, zur kurzen Erläuterung des Stands der Technik.

**[0055]** In Fig. 5 ist ein solches Kraftstoffversorgungssystem 101 nach dem Stand der Technik dargestellt. Dieses bekannte Kraftstoffversorgungssystem 101 weist einen Kraftstofftank 102 auf. Im Kraftstofftank 102 ist Kraftstoff 104 enthalten. Der Kraftstofftank 102 weist ferner einen Kraftstoffzwischenpeicher 106 auf, in dem bevorrateter anteiliger Kraftstoff 108 enthalten ist. Eine Kraftstoffzufuhrleitung 110 führt zu einer Hochdruckpumpe 112, welche den Kraftstoff einem Motor 114 zuführt. Überschüssiger Kraftstoff wird über eine Kraftstoffrückführleitung 116 dem Kraftstoffzwischenpeicher 106 bzw. dem Kraftstofftank 102 rückgeführt.

**[0056]** Das in Fig. 5 schematisch vereinfacht dargestellte, aus dem Stand der Technik bekannte einfache Kraftstoffversorgungssystem 101 ist in Fig. 6 in einer komplexeren Ausführungsform dargestellt. Das über die Kraftstoffrückführleitung 116 zum Kraftstofftank 2 bzw. Kraftstoffzwischenpeicher 106 zurückzuführende Kraftstoffvolumen, welches durch die Hochdruckpumpe 112 aufgeheizt worden ist, durchläuft einen Thermo- schalter 180, der die Temperatur des rückgeführten Treibstoffes bestimmt. Des weiteren führt die Kraftstoffrückführleitung 116 durch einen Kühler 182, der beispielsweise als Lamellenkühler oder dergleichen ausgebildet sein kann. Derartige Lamellenkühler können beispielsweise am Unterboden eines Kraftfahrzeugs angeordnet sein, so dass diese beispielsweise durch den Fahrtwind überschüssige Wärme ableiten können. Der mittels des Kühlers 182 heruntergekühlte Kraftstoff wird über den weiteren Leitungsabschnitt 184 der Kraftstoffrückführleitung 116 wiederum durch den Thermo- schalter 180 hindurch geführt, um die nunmehr herunter gekühlte Temperatur des Kraftstoffs bestimmen zu können, bevor dieser dem Kraftstoffzwischenpeicher 106 zugeführt wird.

**[0057]** Die vorstehend diskutierte Erfindung schafft damit erstmals ein Kraftstoffversorgungssystem, das in vorteilhafter Weise auf die aus dem Stand der Technik als extrem nachteilig empfundenen zusätzlichen Kühler und Thermo- schalter als auch sonstigen Bauteile zur Kühlung des durch die Hochdruckpumpe aufgeheizten überschüssigen Kraftstoffs verzichten kann. Ferner wird eine hierfür geeignete Saugstrahlpumpe angegeben sowie ein besonders geeignetes Verfahren zur Zufuhr von Kraftstoff diskutiert.

## 50 Bezugszeichenliste

### [0058]

- |   |                                  |
|---|----------------------------------|
| 1 | Kraftstoffversorgungssystem      |
| 2 | Kraftstofftank                   |
| 4 | Kraftstoff                       |
| 6 | Kraftstoffzwischenpeicher        |
| 8 | in 6 bevorrateter Teilkraftstoff |



10	Kraftstoffzufuhrleitung	
12	Kraftstoffhochdruckpumpe	
14	Kraftfahrzeugmotor	
16	Kraftstoffrückführleitung	
17	zuführbarer, rückgeführter Kraftstoffstrom	5
18	"Kühlschleife"	
20	Teilkraftstoffstrom	
22	Teilkraftstoffstrom	
24	zugeführter, angesaugter Teilstrom	
26	gemischter Kraftstoffstrom	10
28	variable Öffnung oder Ventil	
30	Venturidüse	
40	Saugstrahlpumpe	
42	Saugstrahlpumpeneingang	
44	Pumpensieb	15
46	Feder	
48	Saugstrahlpumpenansaugöffnung	
50	Fangdüse	
52	Saugstrahlpumpenausgang	
54	Anschlussflansch	20
58	Anschlussflansch	
60	Öffnung	
62	Rückwand	
64	Gemisch aus 4 und 22	
66	Knick bzw. Knie	25
70	Wand von 6	

#### Stand der Technik

#### [0059]

101	Kraftstoffversorgungssystem	
102	Kraftstofftank	
104	Kraftstoff	
106	Kraftstoffzwischenpeicher	35
108	Teilkraftstoff	
110	Kraftstoffzufuhrleitung	
112	Kraftstoffhochdruckpumpe	
114	Kraftfahrzeugmotor	
116	Kraftstoffrückführleitung	40
180	Thermoschalter	
182	Kühler	
184	Leitungsabschnitt	

#### Patentansprüche

1. Kraftstoffversorgungssystem (1) für die Zufuhr von Kraftstoff (4) vom Kraftstofftank (2) zum Kraftfahrzeugmotor (14) mit einer vom Kraftstofftank (2) bis zum Kraftfahrzeugmotor (14) oder zu einer Einspritzanlage des Kraftfahrzeugmotors (14) reichenden Kraftstoffzufuhrleitung (10), einer den überschüssigen Kraftstoff in den Kraftstofftank (2) zurückführenden Kraftstoffrückführleitung (16) und wenigstens einer Kraftstoffdruckpumpe (12) zur Förderung des Kraftstoffs vom Kraftstofftank (2) zum Kraftfahrzeugmotor (14), wobei im Kraftstoff-

tank (2) zwischen der Kraftstoffrückführleitung (16) und der Kraftstoffzufuhrleitung (10) ein Kraftstoffzwischenpeicher (6) zum Vorhalten einer ausreichenden Kraftstoffmenge für die Kraftstoffdruckpumpe (12), und eine Saugstrahlpumpe (40) mit einer Düsenanordnung (30, 50) zur Versorgung des Kraftstoffzwischenpeichers (6) mit Kraftstoff aus der Kraftstoffrückführleitung (16) und dem Tank (2) angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kraftstoffzufuhrleitung wenigstens eine in den Tank mündende und vor der Düsenanordnung (30, 50) der Saugstrahlpumpe (40) angeordnete Öffnung (28, 60) derart aufweist, dass nur ein Teil des rückgeführten Kraftstoffs die Saugstrahlpumpe (40) zur Versorgung des Kraftstoffzwischenpeichers (6) durchfließt.

2. Kraftstoffversorgungssystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Saugstrahlpumpe (40) am oder im Boden des Kraftstofftanks (2) oder des Kraftstoffzwischenpeichers (6) angeordnet ist.

3. Kraftstoffversorgungssystem nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Saugstrahlpumpe (40) eine Venturidüse (30) umfasst und dass die Öffnung mit Bezug auf die Venturidüse (30) so angeordnet ist, dass der rückgeführte Kraftstoff in zwei Teilströme (20, 22) aufteilbar ist, von denen der eine Kraftstoffteilstrom (22) der Venturidüse (30) der Saugstrahlpumpe (40) zuführbar ist, und von denen der andere Kraftstoffteilstrom (20) in den Kraftstofftank (2) derart zurück leitbar ist, dass mittels dessen kinetischer Energie eine Verwirbelung des im Kraftstofftank (2) befindlichen Kraftstoffs (4) zur Durchmischung mit dem rückgeführten Kraftstoff (20) erzwingbar ist.

4. Kraftstoffversorgungssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einspritzanlage eine Common-Rail-Einspritzanlage ist.

5. Kraftstoffversorgungssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Öffnung (28, 60) gegenüber der Venturidüse (30) in der Rückwand (6) der Saugstrahlpumpe (40) angeordnet ist.

6. Kraftstoffversorgungssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Querschnitt der Öffnung (28, 60) variabel oder bei konstantem Öffnungsquerschnitt der Öffnung (28, 60) ein Ventil nachgeordnet ist, zur Variation des Volumens des in den Kraftstofftank (2) rückgeführten Teilkraftstoffstromes (20).

7. Kraftstoffversorgungssystem nach Anspruch 4, **da-**

durch gekennzeichnet, dass der variablen Öffnung (6) oder dem Ventil eine Regeleinheit zugeordnet ist, zur Regelung des Volumenstroms.

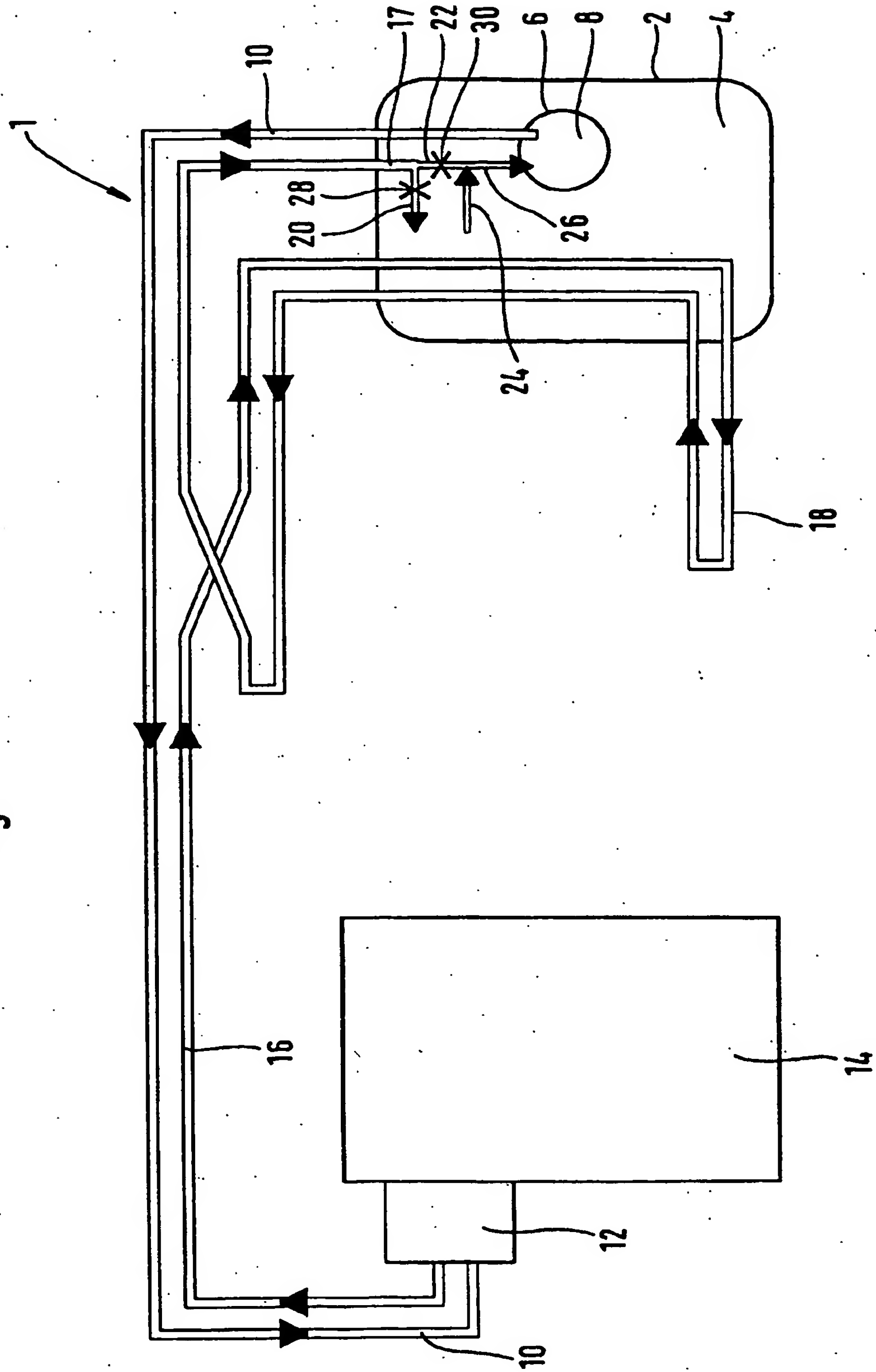
8. Kraftstoffversorgungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kraftstoffrückföhrleitung (16) von der vor der Saugstrahlpumpe (40) angeordneten Öffnung (28, 60) hinaus in den Kraftstofftank (2) hinein verlängert ist. 5
9. Kraftstoffversorgungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Saugstrahlpumpe (40) druckgeregelt ist. 10
10. Saugstrahlpumpe (40), insbesondere für ein Kraftstoffversorgungssystem (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, mit einer einem Saugstrahlpumpeneingang (42) nachgeordneten Venturidüse (30), einer in Durchströmungsrichtung (X) der Venturidüse (30) nachgeordneten Saugstrahlpumpenansaugöffnung (48), einer weiterhin nachgeordneten Fangdüse (50), die in einen Saugstrahlpumpenausgang (52) mündet, wobei der Saugstrahlpumpeneingang (42) einen Anschluss (54) für eine Kraftstoffrückföhrleitung (16) aufweist und der Saugstrahlpumpenausgang (52) in ein Kraftstoffzwischenrespeicher (6) mündet oder einen Anschluss (58) für einen Kraftstoffüberföhrungsleitungsabschnitt aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Saugstrahlpumpe (40) eine vor der Venturidüse (30) angeordnete Öffnung (28, 60) aufweist, mittels welcher ein durch den Kraftstoffzuföhrleitungsanschluss (54) zuföhrbarer Kraftstoffstrom (17) in zwei Teilströme (20, 22) aufteilbar ist, von denen der eine Teilstrom (22) der Venturidüse (30) zuföhrbar und von denen der andere Teilstrom (20) einem Kraftstofftank (2) zuföhrbar ist. 15 20 25 30 35
11. Saugstrahlpumpe nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Öffnung (28, 60) gegenüber der Venturidüse (30) in der Rückwand (62) der Saugstrahlpumpe (40) angeordnet ist. 40
12. Saugstrahlpumpe nach Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Querschnitt der Öffnung (28, 60) variabel oder bei konstantem Öffnungsquerschnitt der Öffnung (28, 60) ein Ventil nachgeordnet ist, zur Variation des Volumens des in den Kraftstofftank (2) rückgeföhrten Teilkraftstoffstromes (20). 45 50
13. Saugstrahlpumpe nach einem der Ansprüche 10 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** der variablen Öffnung (28, 60) oder dem Ventil eine Regeleinheit zugeordnet ist, zur Regelung des Volumenstroms. 55

14. Saugstrahlpumpe nach einem der Ansprüche 10 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kraftstoffrückföhrleitung (16) von der vor der Saugstrahlpumpe (40) angeordneten Öffnung (28, 60) hinaus in den Kraftstofftank (2) hinein verlängert ist.

15. Saugstrahlpumpe nach einem der Ansprüche 10 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Saugstrahlpumpe (40) druckgeregelt ist.

16. Verfahren zur Zuföhr von Kraftstoff (4) aus einem Kraftstofftank (1) zu einem Kraftfahrzeugmotor (14), insbesondere unter Verwendung eines Kraftstoffversorgungssystem (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7 und/oder unter Verwendung einer Saugstrahlpumpe (40) nach einem der Ansprüche 8 bis 14, wobei mittels einer vom Kraftstofftank (2) bis zum Kraftfahrzeugmotor (14) reichenden Kraftstoffzuföhrleitung (10), einer den überschüssigen Kraftstoff in den Kraftstofftank (2) oder in ein Kraftstoffzwischenrespeicher (6) zurückföhrnden Kraftstoffrückföhrleitung (16) und einer Kraftstoffhochdruckpumpe (12) der Kraftstoff (4, 8) vom Kraftstofftank (2) oder vom Kraftstoffzwischenrespeicher (6) zum Kraftfahrzeugmotor (14) gefördert wird, und wobei der Kraftstofftank (2) oder das Kraftstoffzwischenrespeicher (6) an oder in dessen Boden oder Wand eine Saugstrahlpumpe (40) aufweist, in welcher die Kraftstoffrückföhrleitung (16) derart mündet, dass mittels der Saugstrahlpumpe (40) mit dem zurückgeföhrten Kraftstoffteilstrom (17) durch eine Saugstrahlpumpenansaugöffnung (48) neuer Kraftstoff (4) aus dem Kraftstofftank (2) angesaugt wird und damit ein Gemisch (26, 64) aus rückgeföhrtem Teilkraftstoff (22) und neuem Kraftstoff (4) ausgebildet wird, welches in das Kraftstoffzwischenrespeicher (6) gefördert wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** der von der Einspritzanlage oder vom Kraftfahrzeugmotor (14) zurückgeföhrte Kraftstoffteilstrom (17) mittels einer vor einer Venturidüse (30) der Saugstrahlpumpe (40) angeordneten, in den Kraftstofftank (2) mündenden Öffnung (28, 60) aufgeteilt wird, so dass der eine Teilstrom (22) der Venturidüse (30) zugeföhrt wird, und der andere Kraftstoffteilstrom (20) in den Kraftstofftank (2) zurückgeleitet wird, so dass der in den Kraftstofftank (2) zurückgeföhrte Teilkraftstoff (20) mit dem im Kraftstofftank (2) befindlichen Kraftstoff (4) zur Durchmischung verwirbelt wird, unter Ausnutzung der kinetischen Energie des rückgeföhrten Kraftstoffs (20).

Fig. 1





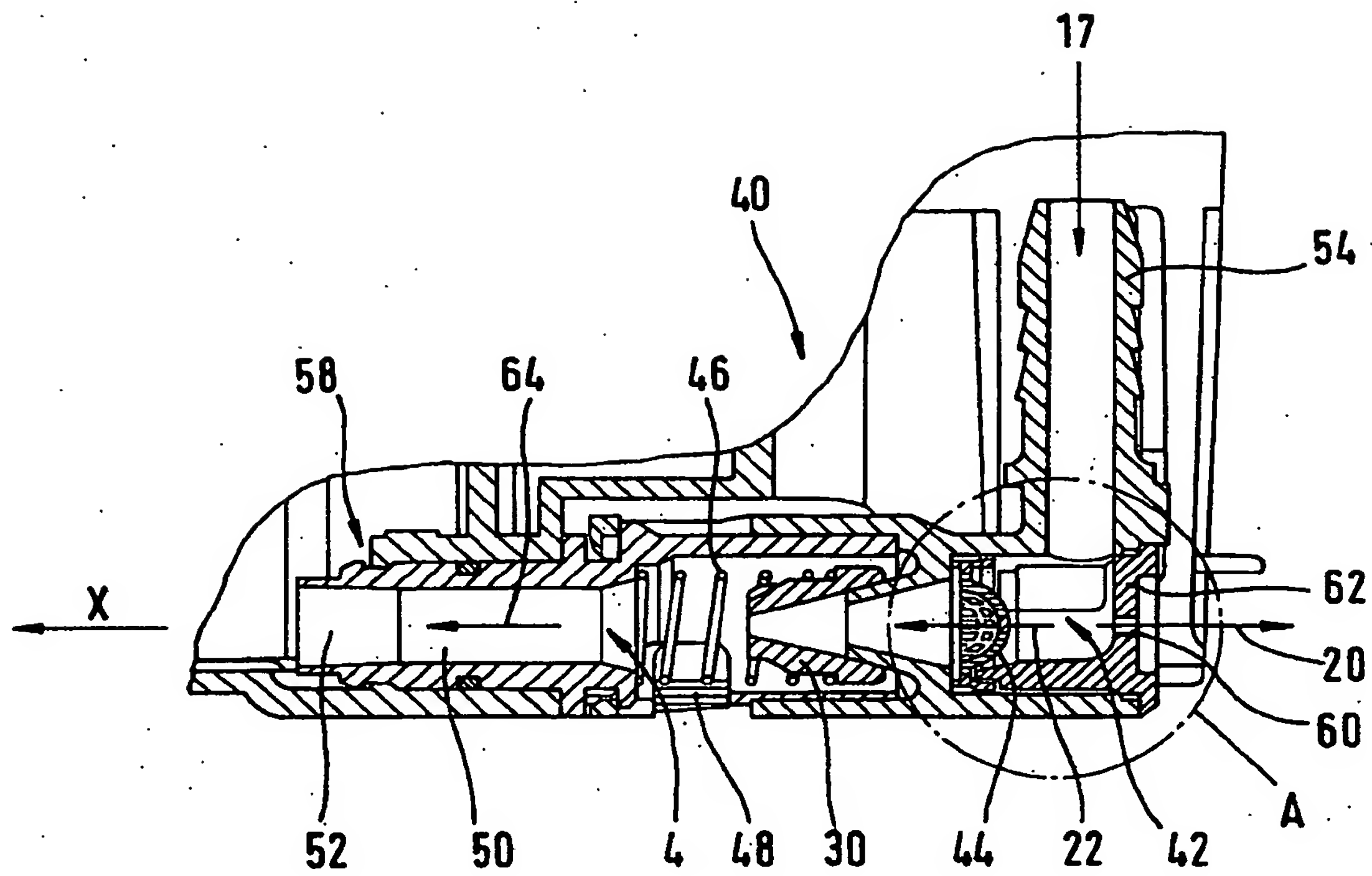


Fig. 2

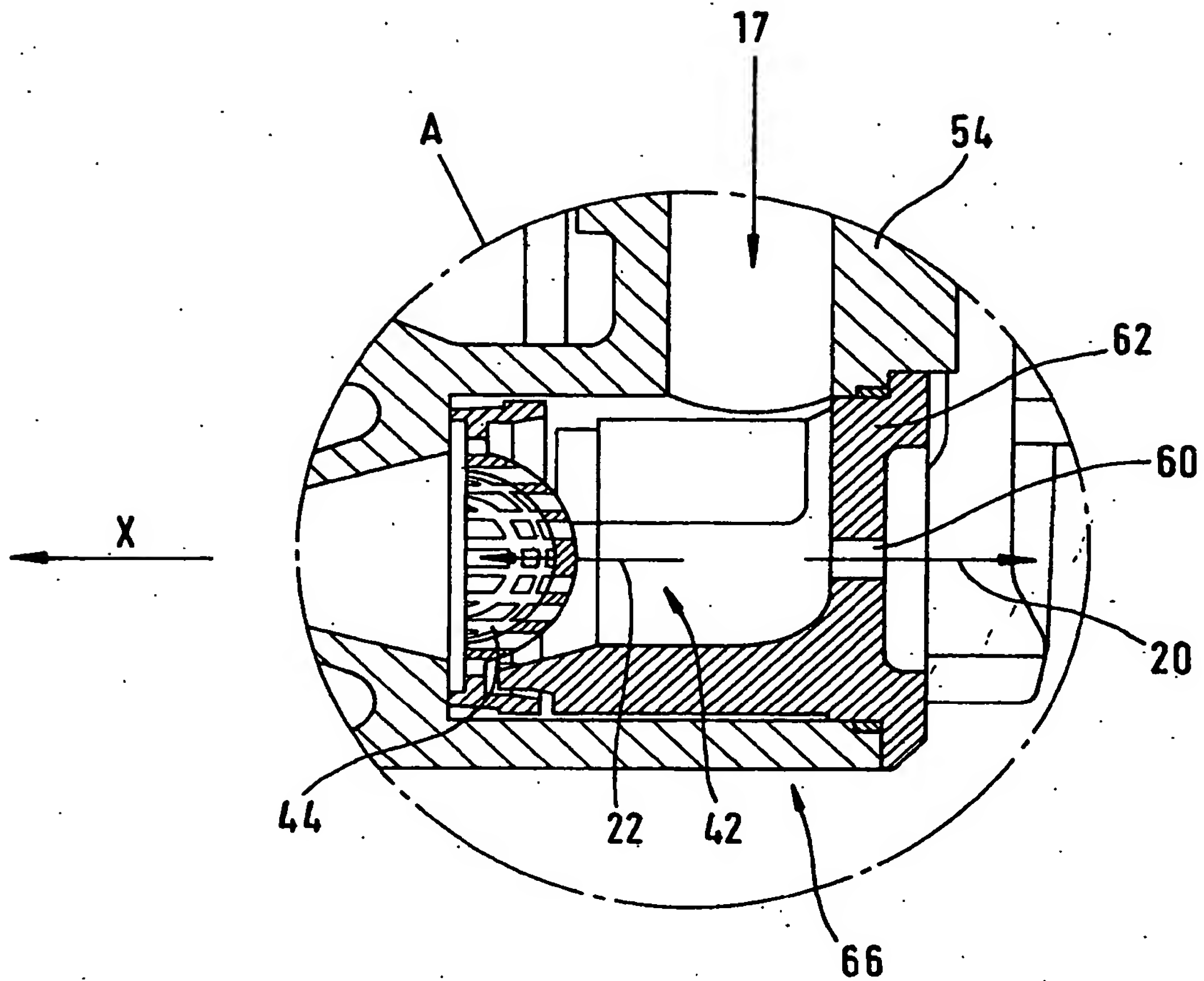


Fig. 3

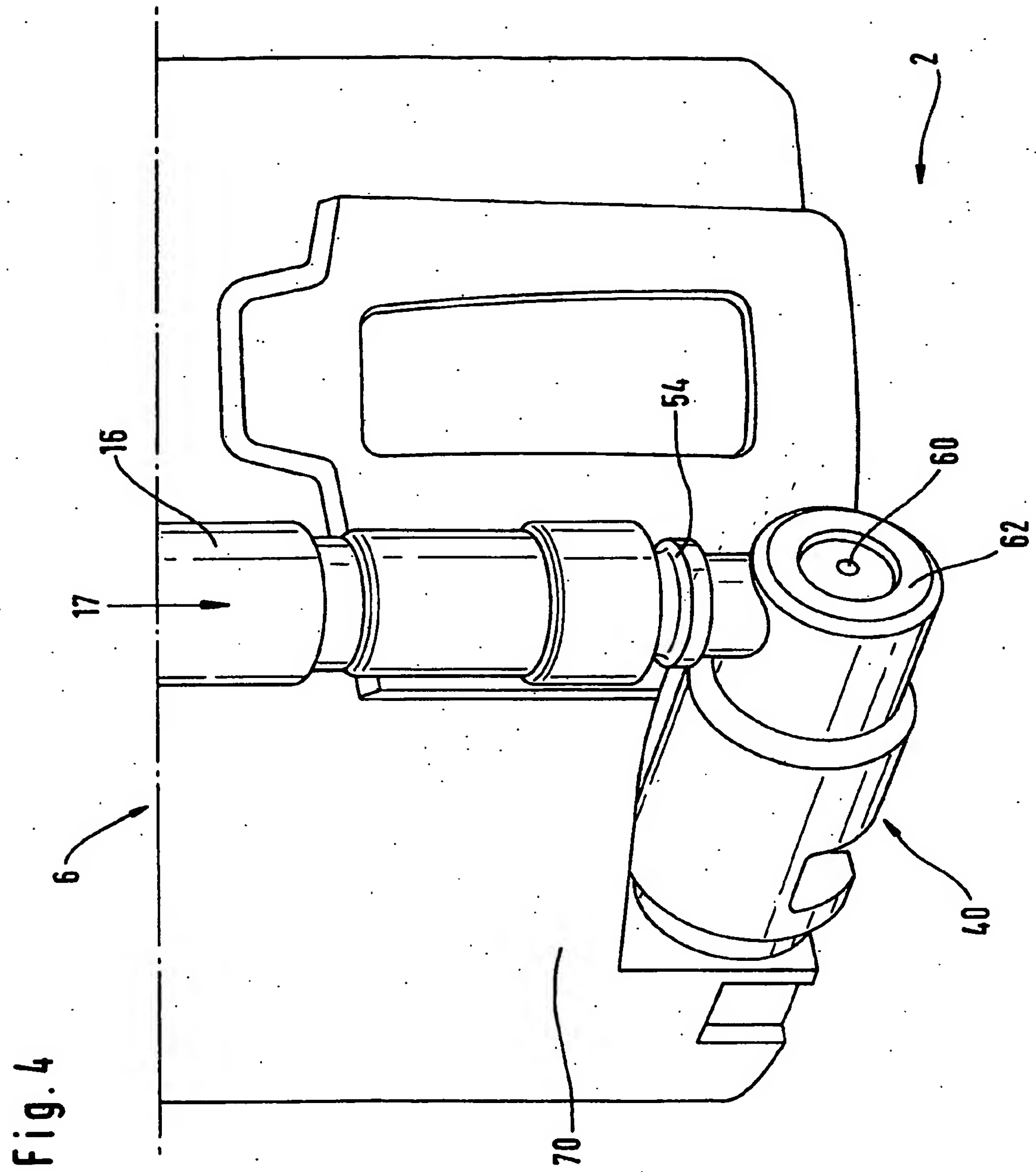




Fig. 5

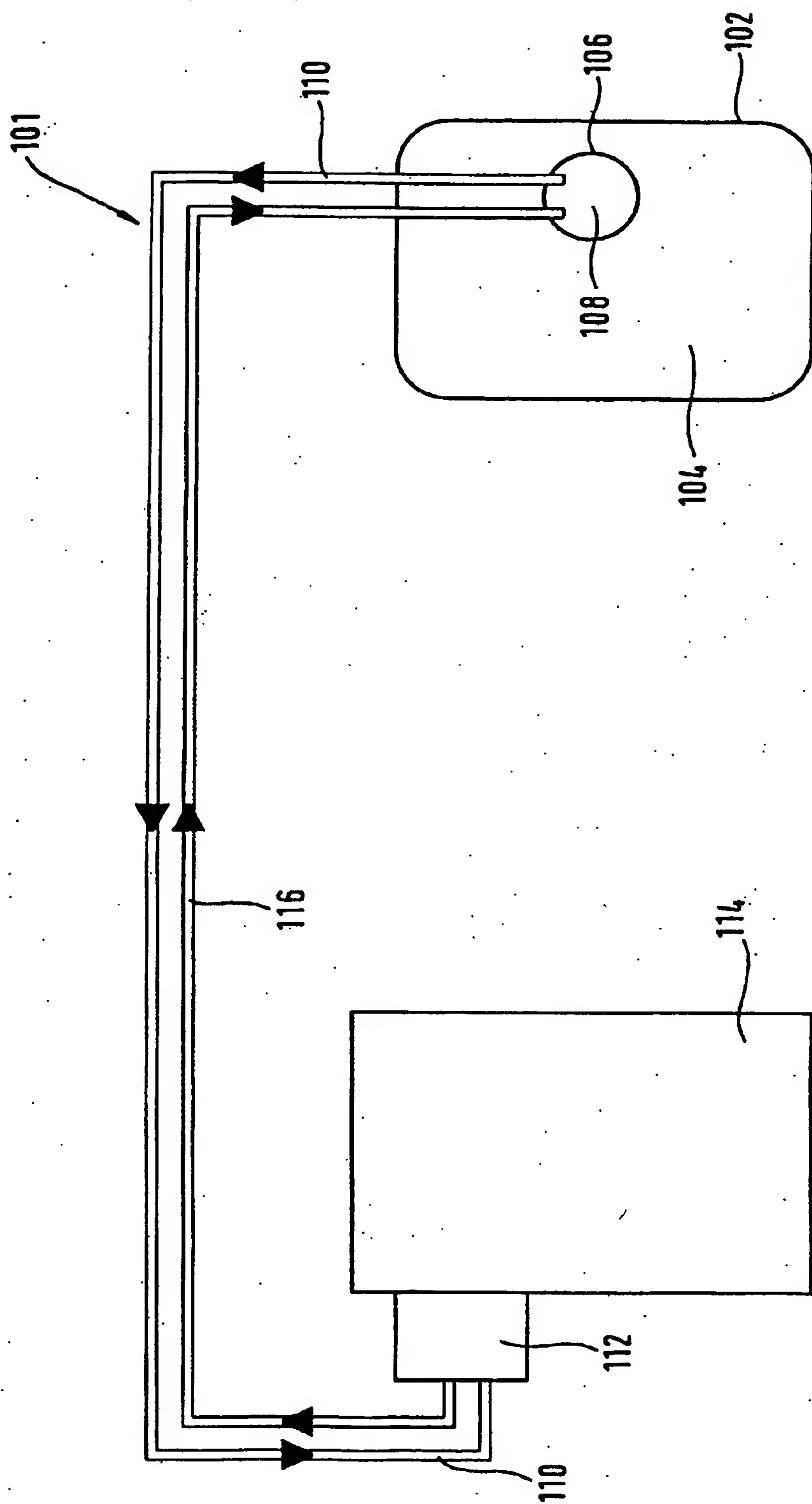


Fig. 6

